

METHOD FOR ADJUSTING RESONANCE FREQUENCY FOR ENERGY CONTAINMENT-TYPE PIEZO-ELECTRIC RESONATOR

Patent Number: JP10154916
Publication date: 1998-06-09
Inventor(s): SUGIYAMA TAKESHI
Applicant(s): NGK SPARK PLUG CO LTD
Requested Patent: ☐ JP10154916
Application Number: JP19960326165 19961120
Priority Number(s):
IPC Classification: H03H3/04; H03H9/02; H03H9/19
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable frequency adjustment at a low cost without adding mass by defining the area of a piezo-electric board including, at least, one side of resonance electrodes and the piezo-electric board part of that circumference as a frequency adjusting area, irradiating a laser beam thereto and forming plural infinitesimal holes on a part of each of the resonance electrodes and the piezo-electric board.

SOLUTION: The back of the piezo-electric board 10 faces to the resonance electrodes 11a, 11b and the resonance electrodes 12a and 12b, and the resonance electrodes 11c and 12c on a sharing side are formed so as to cover that. Then, a capacitor electrode 13b is formed facing to a capacitor electrode 13a, and each of the electrodes are connected to each other. One end of the capacitor electrode 13b is extended till the side edge of the piezo-electric board 10 as a grounded electrode 15. To adjust the resonance frequency of the piezo-electric resonator 9, the area including the sharing-side resonance electrodes 11c and 12c and the piezo-electric board part of the circumference on the back of the piezo-electric board 10 is set as the frequency adjusting area. Then, the laser beam is irradiated to that area so as to form a pierced pattern formed of grid alignment.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 0 - 1 5 4 9 1 6

(43) 公開日 平成10年(1998)6月9日

(51) Int. Cl. ⁶
H 0 3 H 3/04
9/02
9/19

識別記号

F I
H 0 3 H 3/04 B
9/02 M
9/19 A

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-326165

(22) 出願日 平成8年(1996)11月20日

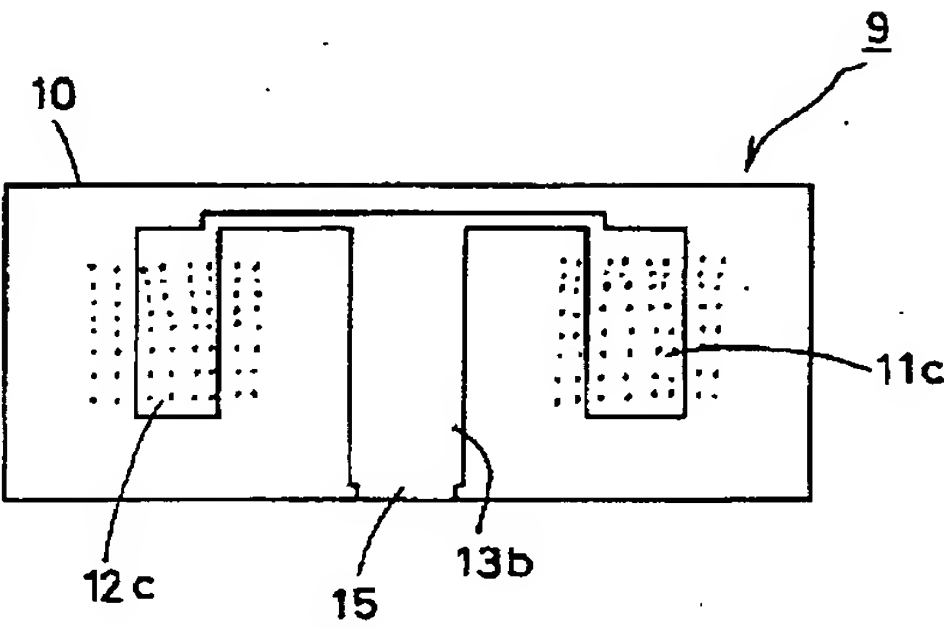
(71) 出願人 000004547
日本特殊陶業株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(72) 発明者 杉山 武志
名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊
陶業株式会社内
(74) 代理人 弁理士 松浦 喜多男

(54) 【発明の名称】 エネルギー閉じ込め型圧電振動子の共振周波数調整方法

(57) 【要約】

【課題】 調整が容易で、低コストで、しかも、特性の劣化がないレーザ光による共振周波数調整方法を提供する。

【解決手段】 圧電基板 1 0 の少なくとも一面側の共振電極 1 1 c , 1 2 c とその周囲の圧電基板 1 0 の部分を含む領域を周波数調整領域 s として、該領域にレーザ光を照射して前記共振電極 1 1 c , 1 2 c の一部及び圧電基 1 0 の一部に微小の孔を複数形成することにより、圧電振動子の共振周波数を調整するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板の両面に共振電極を備えたエネルギー閉じ込め型圧電振動子の共振周波数調整方法であって、圧電基板の少なくとも一面側の共振電極とその周囲の圧電基板部分を含む領域を周波数調整領域として、該領域にレーザ光を照射して前記共振電極の一部及び圧電基板の一部に微小の孔を複数形成することを特徴とするエネルギー閉じ込め型圧電振動子の共振周波数調整方法。

【請求項 2】 各孔が格子配列となった穿孔パターンにより、前記周波数調整領域に微小の孔を複数形成すると共に、穿孔パターンの孔の配列間隔を設定することにより、その間隔が短くなると共振周波数が高くなる関係に基づいて、共振周波数を調整するようにした請求項 1 記載のエネルギー閉じ込め型圧電振動子の共振周波数調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エネルギー閉じ込め型圧電振動子の共振周波数調整方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 圧電基板の両面に共振電極を備えたエネルギー閉じ込め型圧電振動子としては、特開平7-263999号等に開示されるように、圧電基板の表裏一面に、対向状に入出力側共振電極を配設し、他面に両共振電極を覆うように共通側共振電極を配設して振動部を構成し、該入出力側共振電極と電氣的に接続する一対の入出力電極を該圧電基板の一側面に延成し、さらにその他面で、共通側共振電極に接続する接地電極を配設するようにしてなるものがあり、このエネルギー閉じ込め型圧電振動子と、該圧電振動子の表面に被着され共振電極を覆う空間を形成するための凹溝を有する絶縁キャップと、該圧電振動子の裏面に被着され前記共振電極を覆う空間を形成するための凹溝を有する絶縁ベースを積層して、チップ型圧電フィルタが構成される。このチップ型圧電フィルタは、10MHz 帯域用の圧電フィルタとして用いられている。

【0003】 このような、エネルギー閉じ込め型圧電振動子を応用したフィルタにあっては、該圧電基板（主に PZT）自体の厚みと、該基板に成膜する電極の厚み（質量）によって、共振周波数 f_0 が決定される。そこで、従来は、この共振周波数 f_0 を、所定の値に調整するための方法として、あらかじめ、共振周波数 f_0 を所定値よりも少し高くしておいてから、成膜する電極の厚みを増加させることにより共振周波数 f_0 を低周波側へ移行するようにして調整していた。ところがこの手段であると、過剰に被覆してしまったものは全て不良品となるという問題点があった。さらには、電極上に質量物を付加し、その上で質量物をリユータにより手作業で必要量除去するという手段も行なわれていたが、かかる構成

にあっては、質量物を付加しなければならず、かつ手作業によらなければならず、面倒で、コストがかかるという問題があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 一方、上述の共振周波数調整方法の問題点を解決しうる手段として、特開昭56-160121号に開示されているように、圧電基板に質量物を付加してから、所定の共振周波数とのずれ度合に対応して、レーザ光を質量物に照射し、該質量物を適当量除去するようにした共振周波数調整方法が提案された。しかし、この構成にあっては、質量物を付加しなければならず、コストの面から、やはり問題があった。

【0005】 そこで、質量物を省略し、共振電極に直接、レーザ光を照射することにより共振電極の一部に孔を明けて電極質量を変化させることも考えられる。ところが、レーザ光によって電極に形成される孔の直径は0.01~0.02mm と小さく、この質量変化による周波数の変化は僅かであるため、10~20kHz の範囲（共振周波数が10MHz 用振動子の場合）で周波数を調整する場合には、電極に無数の孔を明ける必要があった。

【0006】 しかし、電極に無数の孔を明けることは、圧電基板を介して対向する表裏電極間の静電容量を変化して挿入損失の低下を招来したり、共振電極と接続する細いリード電極を欠損して断線を生じる等の問題を生じる。このため、共振電極自体に直接レーザ光を照射することは不適合とされていた。本発明は、かかる問題点を解決しながら、レーザ光による孔明け加工を可能とする手段を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、圧電基板の両面に共振電極を備えたエネルギー閉じ込め型圧電振動子の共振周波数調整方法であって、圧電基板の少なくとも一面側の共振電極とその周囲の圧電基板部分を含む領域を周波数調整領域として、該領域にレーザ光を照射して前記共振電極の一部及び圧電基板の一部に微小の孔を複数形成することを特徴とするエネルギー閉じ込め型圧電振動子の共振周波数調整方法である。

【0008】 本発明者らは、種々の実験により、共振電極の周辺の圧電基板部分にもレーザ光を照射して孔加工を施すと、質量除去効果により、共振周波数を高くなる方向へ調整することができることを見出した。そこで、共振電極と共に、その周囲の圧電基板面も周波数調整領域として、この領域にレーザ光を照射するようにした。これにより、共振電極には必要最小数の孔を明け、該電極の周辺の圧電基板部分には十分な周波数調整を得られるように、無数の孔を明けることが可能となり、これにより共振電極から過剰な電極除去を防止して静電容量の低下や断線等を防止できる周波数調整方法を提供できることとなる。

【0009】 この調整方法は、各孔が格子配列となった

穿孔パターンにより、前記周波数調整領域に微小の孔を複数形成すると共に、穿孔パターンの孔の配列間隔を設定することにより、その間隔が短くなると共振周波数が高くなる関係に基づいて、共振周波数を調整することにより実施することができる。

【0010】すなわち、孔の配列間隔を短くすると、孔の形成密度が高くなって、除去される質量が増すこととなる。従って、レーザ光を放射する制御装置を制御して、各孔の間隔を適宜に調整設定することにより、随意に、かつ無段階的に共振周波数を調整することが可能となる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明に係る共振周波数調整方法が適用されるエネルギー閉じ込め型圧電振動子9を備えた、チップ型圧電フィルタFの一例を図1に従って説明する。このチップ型圧電フィルタFは、絶縁ベース1と、絶縁ベース1上に被着されるエネルギー閉じ込め型圧電振動子9と、該圧電振動子の表面に被着される絶縁キャップ20との積層体よりなる。

【0012】ここでエネルギー閉じ込め型圧電振動子9は、圧電基板10の表裏面に複数の共振電極11a, 11b, 11c, 12a, 12b, 12cと、該共振電極から圧電基板10の一側面に伸びる一対の入出力電極14a, 14b及び接地電極15とを夫々形成してなる。すなわち、この圧電振動子9は圧電基板10を基体として構成され、該圧電基板10は、 PbTiO_3 系、 $\text{PbTiO}_3\text{-PbZrO}_3$ 系等の圧電セラミック材料からなり、その表面には、左右位置で対向状に入出力側共振電極11a, 11bと、入出力側共振電極12a, 12bが間隔を置いて配設されている。そして、内側の共振電極11b, 12bを内部導電パターン13で接続している。この内部導電パターン13には、幅方向にコンデンサー電極13aが延出している。また外側の共振電極11a, 12aは夫々角部の側面に延出し、これを入出力電極14a, 14bとしている。この入出力電極14a, 14bの位置には絶縁ベース1の側面に延設された外部導体6, 7の端部が上下で対置しており、導電性塗料30を介してその電氣的接続を施し得るようにしている。

【0013】一方、前記圧電基板10の裏面は共振電極11a, 11bと、共振電極12a, 12bに対向して、これを覆うように共通側の共振電極11c, 12cが形成され、さらに、コンデンサー電極13aに対向してコンデンサー電極13bが形成されており、これらの各電極は接続され、コンデンサー電極13bの一端を圧電基板10の側縁まで延出して、これを接地電極15としている。この接地電極15の位置には、絶縁ベース1の側面に延設された外部導体18が形成され、その電氣的接続を可能としている。

【0014】これにより、共振電極11cに入出力側共振電極11a, 11bを対向して、これを振動部11と

し、同じく共振電極12cに入出力側共振電極12a, 12bを対向して、これを振動部12とし、さらに、コンデンサー電極13a, 13bの対峙により静電容量を生ずるコンデンサー部13を構成し、夫々を入出力電極14a, 14b及び接地電極15に接続し、該電極14a, 14b, 15を介して外部電路との電氣的接続を可能とするようにしている。この圧電基板10上には、絶縁キャップ20が被着される。

【0015】次に本発明の共振周波数調整方法につき説明する。上述の圧電振動子9にあって、その共振周波数を所定値に調整するために、図3で示すように、圧電基板10の裏面の、共通側共振電極11c, 12cとその周囲の圧電基板部分を含む領域を周波数調整領域sとして、格子状配列からなる穿孔パターンPが形成されるように、該領域にレーザ光を照射して前記共振電極11c, 12cの一部及び圧電基板の一部に微小の孔hを複数形成するようにしている。

【0016】すなわち、本発明者らは、種々の実験により、共振電極の周辺の圧電基板10の部分にレーザ光を照射して孔加工を施しても、質量除去効果により、周波数を調整することができることを見出した。そこで、上述のように共振電極11c, 12cと共に、その周囲の圧電基板10の上面をも周波数調整領域sとして、この領域にレーザ光を照射するようにしたものである。

【0017】ここで、図4は、レーザ加工前の共振特性イと、図6の縦横8×8点の格子配列からなる穿孔パターンP₁によって、多数の孔hを形成した場合の共振特性ロを比較して示すものである。この特性比較で解るように、このレーザ光による調整によって、共振周波数は15.0kHz 上昇し、出力値は0.14dB下降した。ここで、図6イの格子配列にあって、孔径は0.01mmであり、縦横の孔の配列間隔k=0.2mmである。

【0018】また、図5は、レーザ加工前の共振特性イと、図7の縦横9×9点の格子配列からなる穿孔パターンP₂によって、多数の孔hを形成した場合の共振特性ロを比較して示すものである。この特性比較で解るように、このレーザ光による調整によって、共振周波数は25.0kHz 上昇し、出力値は0.46dB下降した。ここで、図7の格子配列にあって、孔径は0.01mmであり、縦横の孔の配列間隔k=0.175mmである。

【0019】上述の方法のように、穿孔パターンの孔の配列間隔kを設定することにより、その間隔が短くなると共振周波数が高くなる関係に基づいて、共振周波数を調整することにより実施することができる。すなわち、孔hの配列間隔kを短くすると、孔の形成密度が高くなって、除去される質量が増すこととなる。従って、レーザ光を放射する制御装置を制御して、各孔の間隔を適宜に調整設定することにより、随意に、かつ無段階的に共振周波数を調整することが可能となる。尚、縦横の孔の配列間隔は、等しくする必要はなく、縦横の間隔を夫々

設定することにより、共振周波数の調整を行なうことができる。

【0020】このように、レーザ光を、前記周波数調整領域sに照射して、共振電極11c、12だけでなく、その周囲の圧電基板10の表面を除去することにより、共振周波数を上昇させることができる。従って、大きく向上させようとする場合には、縦横の孔数の多い（配列間隔の短い）格子配列の穿孔パターンを選ぶ等により、随意に共振周波数を調整し得ることとなる。

【0021】而して、かかる調整手段にあって、共振電極11c、12cには必要最小数の孔hを明け、該電極の周辺の圧電基板10の表面に十分な周波数調整を得られるように、無数の孔を明けることが可能となり、これにより共振電極から過剰な電極除去を防止して静電容量の低下や断線等を防止できる。

【0022】上述の構成は、圧電振動子9裏面の共通側共振電極11c、12cに、レーザ加工を行なったものであるが、図2で示すように、入出力共振電極11a、11b、12a、12bにレーザ加工により穿孔パターンPを形成しても良い。かかる構成にあって、この穿孔パターンPにより共振周波数を上昇させることにより、所定の共振周波数に調整し得ることとなる。

【0023】また前記方法は、孔hを同径として孔当たりの除去質量を同一とし、穿孔パターンPの孔hの配列間隔kを設定調整するようにしたものであるが、孔hの径や、孔hの深さを変えることにより共振周波数を調整するようにしても良い。さらには穿孔パターンPを格子状以外の配列を含めた種々のパターンを用意して、そのパターン選定により削除質量を変更することにより、共振周波数を調整しても良い。

【0024】すなわち、共振周波数の調整は穿孔パターンPの孔の配列間隔、パターン自体の選定、孔の径、孔の深さ等の種々の変更因子を選定して、共振周波数調整を行なうことができる。

【0025】

【発明の効果】本発明に係るエネルギー閉じ込め型圧電振動子の共振周波数調整方法であって、圧電基板の少なくとも一面側の共振電極とその周囲の圧電基板部分を含む領域を周波数調整領域とし、該領域にレーザ光を照射して前記共振電極の一部及び圧電基板の一部に微小の孔を複数形成することにより、圧電振動子の共振周波数を

調整するようにしたものであるから、質量の付加を要しないため、低コストであり、かつ手作業を要せず、調整が簡単であると共に、共振電極には必要最小数の孔を明け、該電極の周辺の圧電基板部分には十分な周波数調整を得られるように、無数の孔を明けることが可能となり、これにより共振電極から過剰な電極除去を防止して静電容量の低下や断線等を防止できる等の優れた効果がある。

【0026】また、各孔が格子配列となった穿孔パターンにより、前記周波数調整領域に微小の孔を複数形成するようにし、その穿孔パターンの孔の配列間隔を設定することにより、除去する質量を調整し、これにより共振周波数調整を行なうようにした方法にあっては、レーザ光を放射する制御装置を制御して、各孔の間隔を適宜に調整設定することにより、随意に、かつ無段階的に共振周波数を調整することが可能となる優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るチップ型圧電フィルタFの一部切欠斜視図である。

【図2】圧電振動子9の平面図である。

【図3】圧電振動子9の底面図である。

【図4】共振周波数を示す特性図であり、レーザ加工前の特性イと、穿孔パターンP₁によるレーザ加工後の特性ロを比較して示す。

【図5】共振周波数を示す特性図であり、レーザ加工前の特性イと、穿孔パターンP₂によるレーザ加工後の特性ロを比較して示す。

【図6】穿孔パターンP₁を示すパターン図である。

【図7】穿孔パターンP₂を示すパターン図である。

【符号の説明】

F チップ型圧電フィルタ

1 絶縁ベース

9 圧電振動子

10 圧電基板

11, 12 振動部

11a, 11b 共振電極

12a, 12b 共振電極

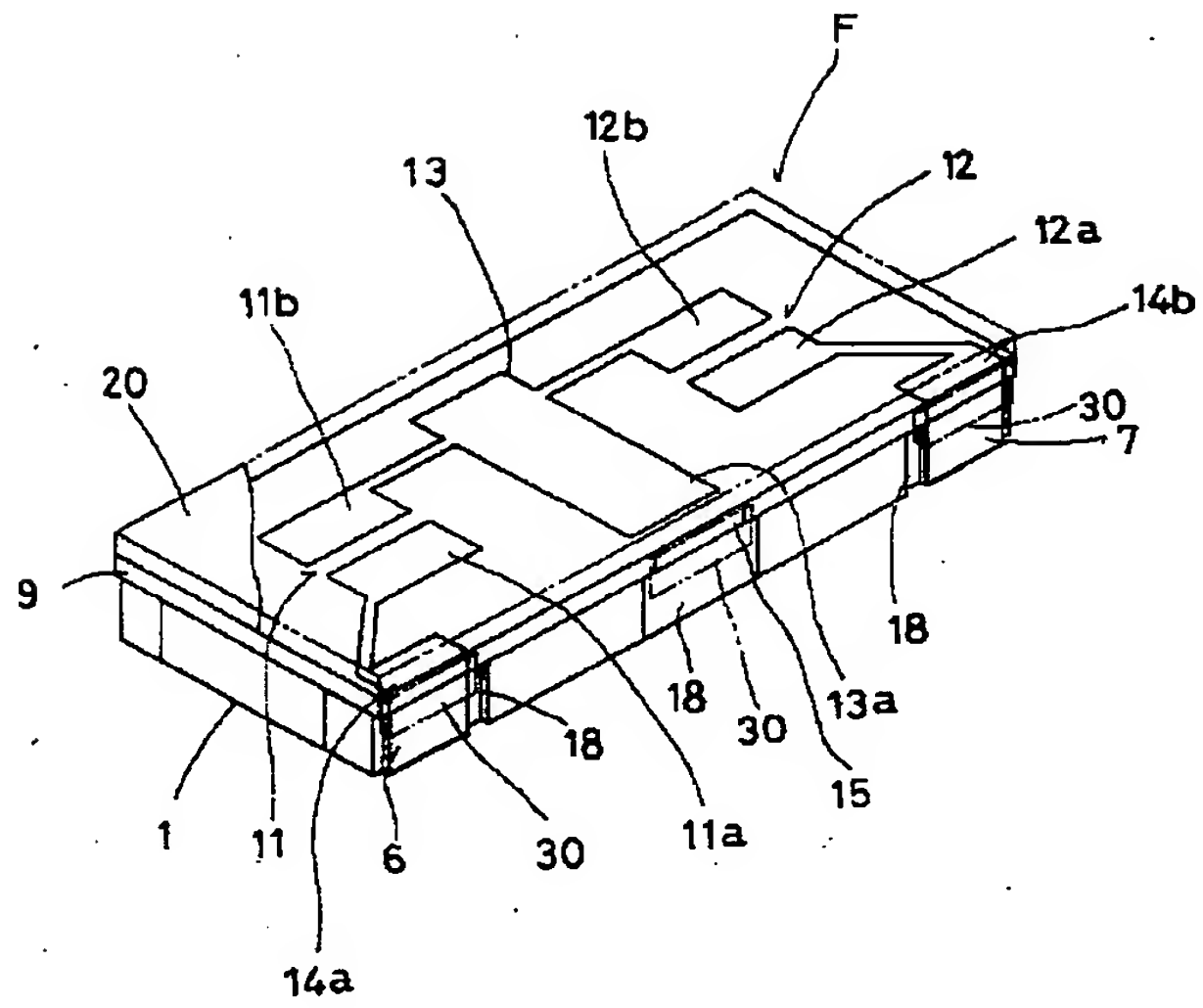
20 絶縁キャップ

P, P₁, P₂ 穿孔パターン

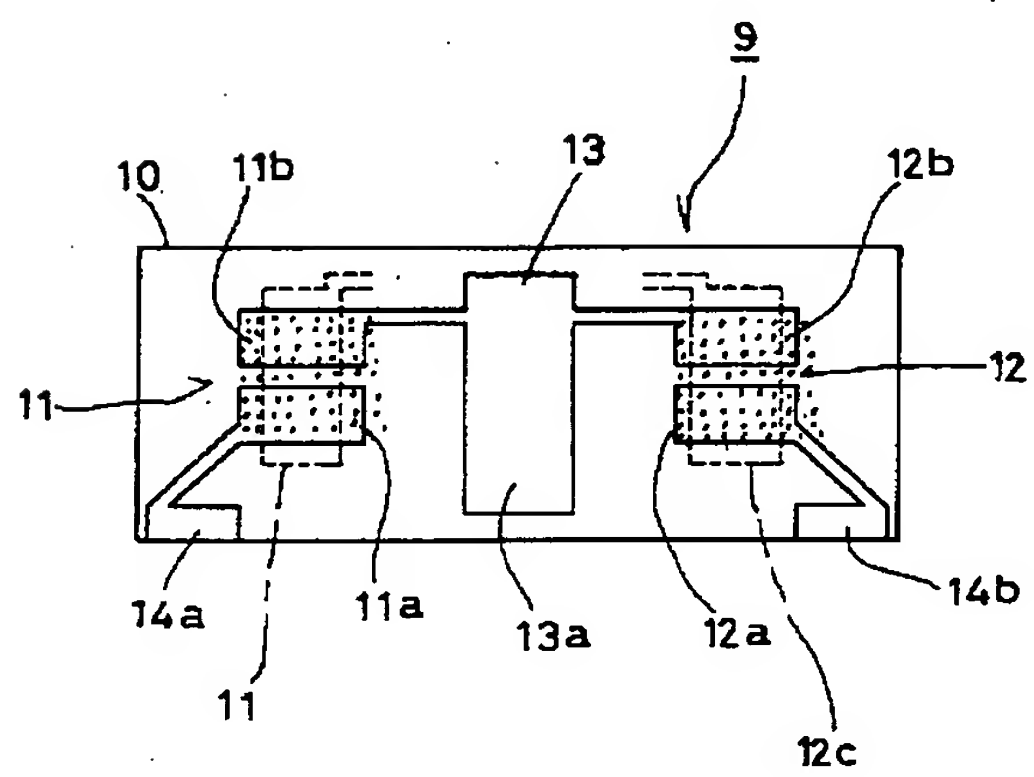
s 周波数調整領域

h 孔

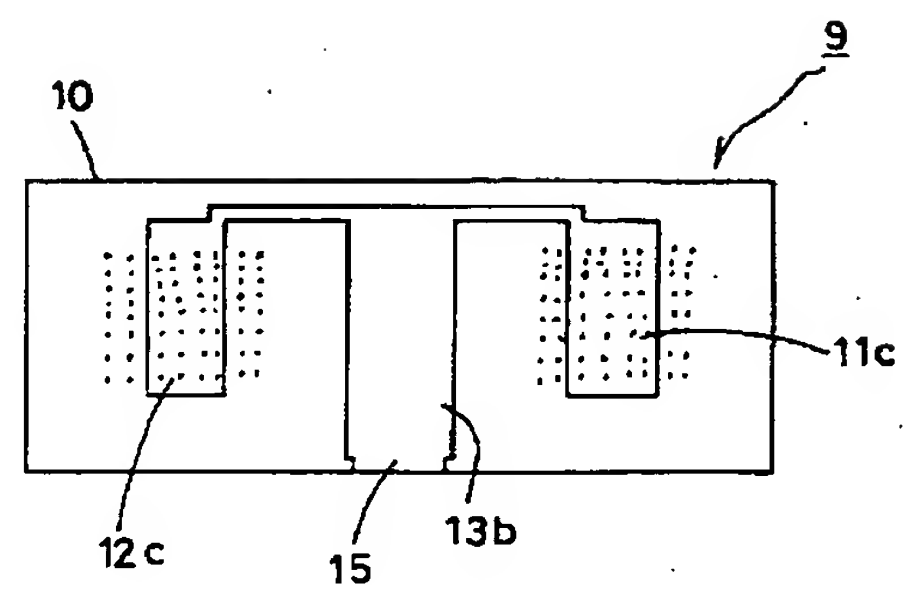
【図1】



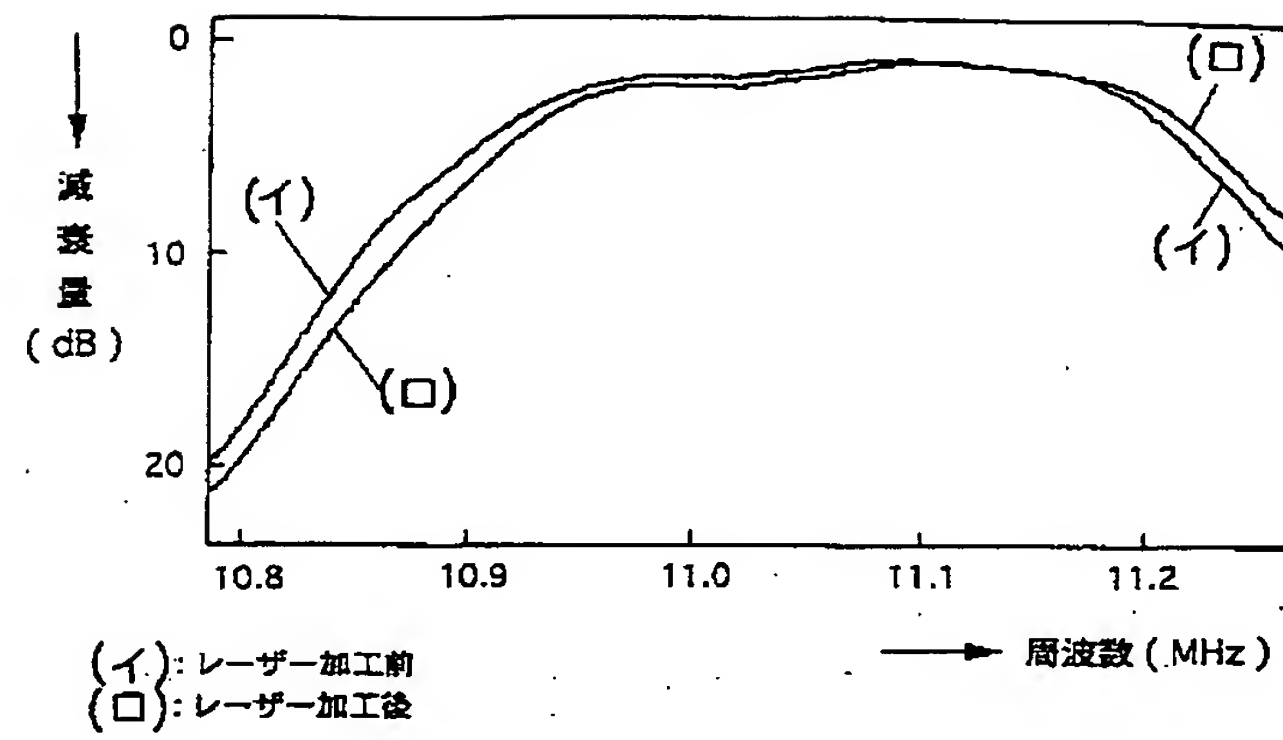
【図2】



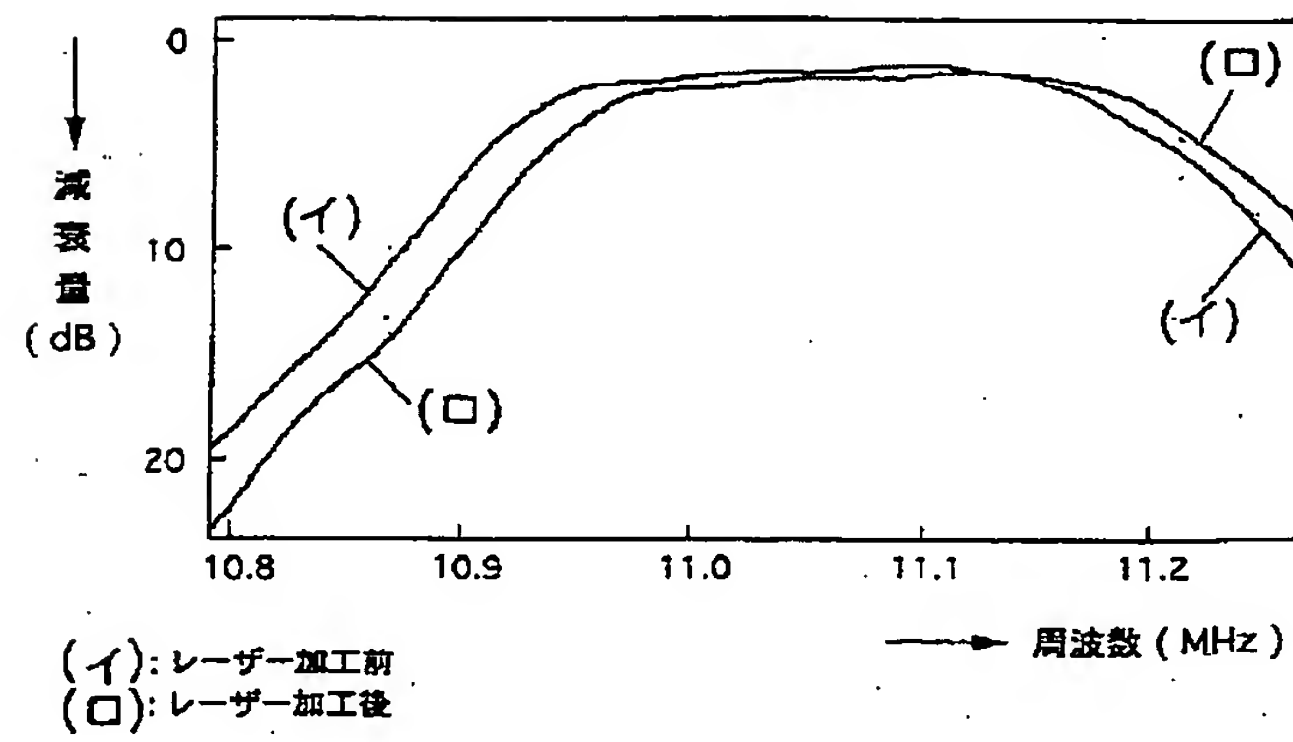
【図3】



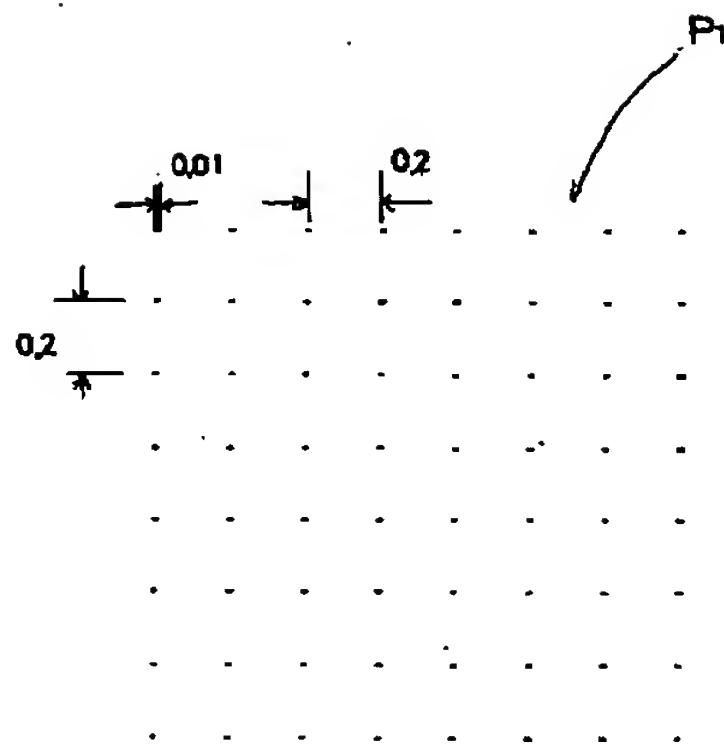
【図4】



【図5】



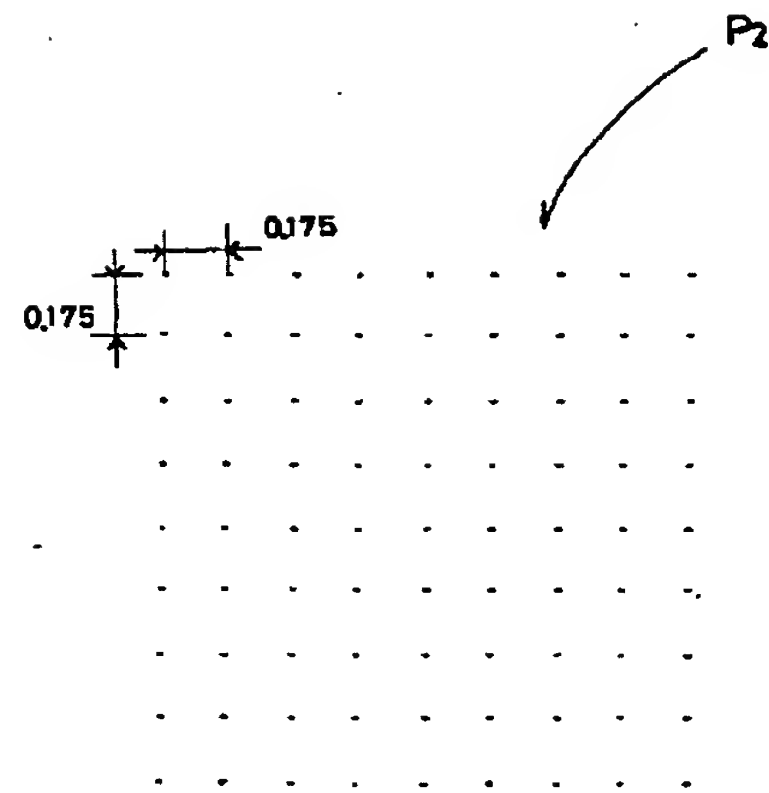
【図6】



パターン P1 (サンプル数: 10個)

	共振周波数 (kHz)		変化量 (kHz)
	レーザー加工前	レーザー加工後	
平均	11002.2	11017.0	14.8

【図7】



パターン P2 (サンプル数: 10個)

	共振周波数 (kHz)		変化量 (kHz)
	レーザー加工前	レーザー加工後	
平均	11008.5	11036.9	28.4